



**University of
Zurich**^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
University Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2019

Minimal invasive Extraktion von adulten *Dirofilaria immitis* bei einem Hund mit Kavalsyndrom

Glaus, Tony M ; Ivasovic, Frane ; Jörger, Fabiola Binia ; Schreiber, N ; Baron Toaldo, Marco

Abstract: Caval syndrome due to infection with *Dirofilaria (D.) immitis* is a life-threatening situation, needing immediate therapeutic intervention. Severe pulmonary hypertension due to dirofilariosis was diagnosed echocardiographically in a 3.6 kg dog with heart failure and moderate hemolytic anemia. A ball of adult worms was visualized in the tricuspid valve area. Using a modified pigtail catheter, these worms were removed under fluoroscopic guidance by a transvenous approach. Already intraoperatively the hemodynamic condition improved. Subsequently, additional routine adulticide treatment was performed without complications. Over the following weeks the severe pulmonary hypertension normalized slowly but steadily. Manual extraction of adult *D. immitis* can be achieved with relatively simple tools and allows rapid stabilization of a critically sick patient.

DOI: <https://doi.org/10.17236/sat00234>

Other titles: Minimal invasive extraction of adult *Dirofilaria immitis* in a dog with caval syndrom

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-176650>

Journal Article

Published Version

Originally published at:

Glaus, Tony M; Ivasovic, Frane; Jörger, Fabiola Binia; Schreiber, N; Baron Toaldo, Marco (2019). Minimal invasive Extraktion von adulten *Dirofilaria immitis* bei einem Hund mit Kavalsyndrom. Schweizer Archiv für Tierheilkunde, 161(11):749-754.

DOI: <https://doi.org/10.17236/sat00234>

Minimal invasive Extraktion von adulten *Dirofilaria immitis* bei einem Hund mit Kavalsyndrom

T. Glaus¹, F. Ivasovic¹, F. Jörger², N. Schreiber¹, M. Baron Toaldo¹

¹Abteilung für Kardiologie, Klinik für Kleintiermedizin, Departement für Kleintiere und ²Abteilung für Anästhesiologie, Departement für klinische Diagnostik und Service, Vetsuisse Fakultät Universität Zürich

Zusammenfassung

Das Kavalsyndrom infolge einer Infektion mit *Dirofilaria (D.) immitis* stellt eine lebensbedrohliche Kreislauftsituation dar, welche eine sofortige therapeutische Intervention benötigt. Bei einem 3,6 kg schweren Hund mit Kreislaufinsuffizienz und mässiger hämolytischer Anämie wurde eine hochgradige pulmonäre Hypertonie infolge einer Dirofilariose echokardiographisch diagnostiziert. Im Bereich der Trikuspidalklappe flotierte Fremdmaterial, typisch für *D. immitis*. Mittels eines modifizierten Pigtailkatheters wurden diese Würmer durch transvenösen Zugang unter Fluoroskopie entfernt. Der hämodynamische Zustand verbesserte sich bereits intraoperativ. Eine im Anschluss durchgeführte, zusätzliche, routinemässige, adultizide Behandlung verlief komplikationslos. In den folgenden Wochen konnte eine sukzessive Normalisierung der PH konstatiert werden. Die manuelle Extraktion von adulten *D. immitis* ist mit relativ einfachen Mitteln möglich und erlaubt eine schnelle Stabilisierung eines kritisch erkrankten Patienten.

Schlüsselwörter: Herzinsuffizienz, Hund, Katheter, pigtail, pulmonäre Hypertonie

Minimal invasive extraction of adult *Dirofilaria immitis* in a dog with caval syndrome

Caval syndrome due to infection with *Dirofilaria (D.) immitis* is a life-threatening situation, needing immediate therapeutic intervention. Severe pulmonary hypertension due to dirofilariosis was diagnosed echocardiographically in a 3.6 kg dog with heart failure and moderate hemolytic anemia. A ball of adult worms was visualized in the tricuspid valve area. Using a modified pigtail catheter, these worms were removed under fluoroscopic guidance by a transvenous approach. Already intraoperatively the hemodynamic condition improved. Subsequently, additional routine adulticide treatment was performed without complications. Over the following weeks the severe pulmonary hypertension normalized slowly but steadily. Manual extraction of adult *D. immitis* can be achieved with relatively simple tools and allows rapid stabilization of a critically sick patient.

Key words: heart failure, dog, catheter, pigtail, pulmonary hypertension

<https://doi.org/10.17236/sat00234>

Eingereicht: 03.05.2019
Angenommen: 03.07.2019

Einführung

Eine Herzwurmerkrankung durch *Dirofilaria (D.) immitis* stellt bei uns hauptsächlich eine Import- oder Reiseerkrankung dar, auch wenn im Tessin vereinzelt seropositive Hunde gefunden werden.¹ Klinisch verläuft die Infektion zwar oft asymptomatisch, sie ist aber potentiell fatal.² Je länger Dirofilarien in den Lungenarterien bleiben, desto mehr Lungenarterienveränderungen sind zu erwarten.³ Auch führt das Absterben von Dirofilarien (spontan oder medikamentell) zu Lungenarterienembolie.⁴ Deshalb sollte als Regel nach Diagnosestellung eine baldige, kombinierte, mikrofilarizide und adultizide Behandlung unter enger Überwachung erfolgen, um

möglichst schnell und komplett alle Stadien der Herzwürmer zu eliminieren. Die schnelle Elimination ist wichtig, um Langzeitschäden an den Lungengefässen möglichst zu unterbinden; die enge Überwachung ist die Bedingung dafür, bei akuter Embolie schnell unterstützend eingreifen zu können.⁵

Eine schwerwiegende Verlaufsform ist das Kavalsyndrom. Hier liegt eine pulmonäre Hypertonie (PH) vor, welche zur Wanderung von adulten Dirofilarien in den rechten Ventrikel (RV) und das rechte Atrium (RA) führt.⁶ Wenn Wurmknäuel den Trikuspidalklappenschluss stören, begünstigt dies eine rechtsseitige Stauungsinsuffizienz. Zusätzlich kann durch direkte physi-

Minimal invasive
Extraktion von adulten
Dirofilaria immitis bei
einem Hund mit Kaval-
syndrom

T. Glaus et al.

kalische Schädigung der Erythrozytenmembran beim Durchfluss durch die Wurmknäuel eine Hämolyse auftreten.⁷ Bei betroffenen Tieren können adulte Würmer im RV und RA echokardiographisch gefunden werden.^{8,9,10} In diesen Fällen ist das Risiko besonders gross, dass sich nach adultizider Behandlung das Krankheitsbild durch eine akute Wurmembolie massiv verschlechtert. Deshalb ist die manuelle Extraktion der adulten Würmer aus dem rechten Herz die Methode der Wahl, um möglichst schnell den hämodynamischen und/oder hämatologischen Zustand zu verbessern.¹¹ Im vorliegenden Fallbericht wird die Extraktion von adulten *D. immitis* mit einem selber gebastelten Katheter beschrieben.

Fallbericht

Eine etwa 4-jährige Mischlingshündin, 3,6 kg, wurde in der Abteilung für Kardiologie wegen akuter Schwäche und weissen Schleimhäuten vorgestellt. Sie war seit Monaten progressiv schwächer geworden und hatte vor einigen Tagen erbrochen. Anamnestisch lagen weder Husten noch Dyspnoe vor. Ursprünglich stammte sie aus einem Tierheim in Serbien und lebte seit einem Jahr in der Schweiz.

Bei der klinischen Untersuchung war die Hündin apathisch, die Atmung war mittelgradig angestrengt bei einer Atemfrequenz von 60/min, die Herzfrequenz lag bei 160/min, die Pulsqualität war von reduzierter Kraft und die Jugularvenen waren sichtbar gestaut. Die Auskultation von Lunge und Herz ergab verstärkte Atemgeräusche und ein feines Herzgeräusch mit punctum maximum auf der rechten Thoraxseite.

Während der echokardiographischen Untersuchung lag im EKG konstant eine Sinustachykardie mit einer Frequenz von 180/min vor. Die zweidimensionale Herzbeurteilung ergab eine hochgradige Hypertrophie der rechten freien Herzwand, mässige Dilatation des RV,

mittelgradige Dilatation des RA und eine mittelgradig hypovolämische linke Herzseite (Film 1, Tab. 1). Im Bereich der Trikuspidalklappe schwamm Fremdmaterial, typisch für adulte *D. immitis* (Film 1). Mittels Farbdoppler waren eine mässige Trikuspidal- (TI) und Pulmonalinsuffizienz (PI) darstellbar. Die Dopplermessung der TI ergab eine Spitzengeschwindigkeit (V_{max}) von 6.2 m/s, was gemäss der vereinfachten Bernoulli-Formel einen RV-RA-Spitzengradienten (PG) von 152 mmHg widerspiegelt (normal <30 mmHg). Der frühdiastolische PI-PG, welcher in etwa dem mittleren Pulmonalarteriendruck entspricht¹², lag bei 53 mmHg (normal <25 mmHg). Bei kurzer Echographie der Leber waren die Lebervenen gestaut (Abb. 1) und es lag wenig Aszites vor. Diese Befunde waren diagnostisch für eine hochgradige pulmonäre Hypertonie (PH, $TIPG = 152$ mmHg) mit rechtsseitiger Stauungs- (Aszites, gestaute Lebervenen und dilatierter RA) und Vorwärtsinsuffizienz (hypovolämische linke Herzseite bei hypervolämischer rechter Herzseite).

Routine Laboruntersuchungen ergaben eine stark regenerative Anämie (Hkt 27%, Retikulozyten 380'000/ul), vermutlich hämolytischer Genese (Albumin 28 g/l, Protein 63 g/l), und eine Eosinophilie (Eos 2850 /ul), ohne Veränderungen in der Blutchemie.

In Anbetracht des kritischen Zustandes des Hundes wurde die sofortige Extraktion der Herzwürmer per Herzkatheter unter Allgemeinanästhesie veranlasst. Nach Prämedikation mit Butorphanol (Alvegesic[®] 1% forte, Virbac AG, CH-Opfikon, 0.2 mg/kg i.m.) wurde die Narkose mit Etomidat (Etomidat[®] Lipuro 2 mg/ml, B. Braun Medical AG, CH-Sempach, i.v.) und Midazolam (Dormicum[®] 5 mg/ml; Roche, CH-Reinach, i.v.) eingeleitet. Zusätzlich wurden kurz nach Einleitung Clemastin (Tavegil[®] 1mg/ml, GSK Consumer Healthcare Schweiz AG, CH-Luzern, 0.05 mg/kg s.c.) und Dexamethasone (Dexadreson[®] MSD Animal Health GmbH, CH-Luzern, 0.2 mg/kg i.v.) verabreicht. Zur

Tabelle 1: Selektive quantitative Echoparameter eines Hundes nach interventioneller Extraktion von adulten *D. immitis*

	LVDd (cm)	LVDs (cm)	TI PG (mmHg)	PI _m PG (mmHg)	Behandlungen
18.1.19	1.5	0.5	152	53	Sildenafil, Pimo, Wurmentfernung, Clop
19.1.19	1.65	0.5	150	53	Sildenafil, Pimo, Clop
21.1.19	1.9	1.0	141	50	Sildenafil, Pimo, Clop
31.1.19	2.3	1.2	106	40	Sildenafil, Pimo, Clop
20.2.19	2.2	1.5	105	20	Immiticid, Sildenafil, Pimo, Clop
28.3.19	2.2	1.4	35	nd	Immiticid, 2x q24h; Pimo, Clop Ende Sildenafil
17.4.19	2.3	1.4	30	nd	Ende Pimo, Clop
2.5.19	2.3	1.3	27	nd	Ende Clop

LVDd, LVDs, linksventrikulärer Durchmesser in Diastole, Systole; TI PG, Spitzengradient der Trikuspidalklappeninsuffizienz; PI_m, Spitzengradient der Pulmonalklappeninsuffizienz; nd, nicht darstellbar; Pimo, Pimobendan; Clop, Clopidogrel

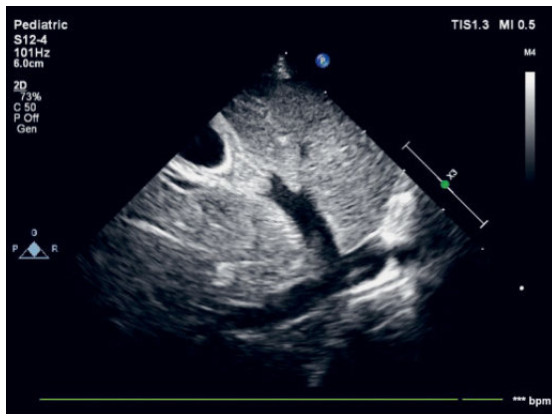


Abb. 1: Ultraschallbild der Leber eines Hundes mit Kaval-syndrom. Die Lebervenen erscheinen deutlich gestaut.

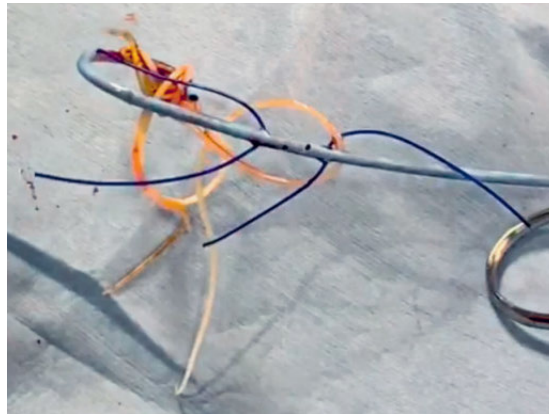


Abb. 2: Modifizierter Pigtailkatheter zur Katheterextraktion adulter *Dirofilaria immitis* Würmer. Durch die Löcher der Katheterspitze wurde 1er Monophas Faden (Braun Surgical, SA Rubi, Spanien) geführt, so dass bilateral Enden von ca. 2 cm Länge herauschauen.

Minimal invasive
Extraktion von adulten
Dirofilaria immitis bei
einem Hund mit Kaval-
syndrom

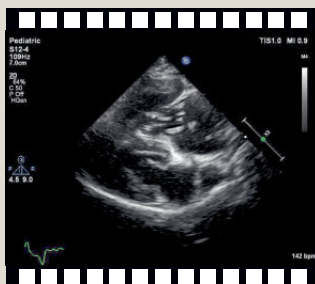
T. Glaus et al.

Aufrechterhaltung der oberflächlichen Narkose, inhalierte der Hund Sevoflurane (Sevorane, AbbVie AG, CH-Baar) in Sauerstoff und Luft und zusätzlich wurden eine Butorphanol Dauertropfinfusion (0.1 mg/kg/h), und eine Lidocaine Dauertropfinfusion (Lidocain 2% Streuli®; Streuli Pharma AG, CH-Uznach, 50 mcg/kg/min) verabreicht. Mit dem Hund in linker Seitenlage wurde die rechte Jugularvene freigelegt, ein 7-Fr-Introducer (Cook Switzerland AG, Landenbergstrasse 34, CH-6005 Luzern), eingeführt und die Jugularvene kranial davon ligiert. Durch den Introducer wurde ein selber modifizierter Pigtailkatheter (Abb. 2; Cook Switzerland AG, Landenbergstrasse 34, CH-6005 Luzern) eingeführt und unter Fluoroskopie zum RA und RV vorgeschoben. Dort wurde der Katheter mehrmals rotiert und dann zusammen mit dem Introducer aus der Vene wieder herausgezogen (Film 2). Der Introducer wurde jeweils mitentfernt, um die Würmer nicht intra-

vaskulär zu beschädigen. Im Anschluss wurde der Introducer erneut in der Vene platziert und das Prozedere wiederholt. Mit dieser Methode wurden in 4 Umgängen 4 Würmer extrahiert. Nach zwei weiteren erfolglosen Versuchen wurde mittels Echokardiographie überprüft, ob noch Würmer im RV oder RA darstellbar waren. Da dies nicht der Fall war, wurde der Eingriff beendet, die Jugularvene auch herzwärts ligiert und die chirurgische Wunde verschlossen. Im Verlauf des Eingriffs hatte sich der Zustand des Hundes bereits leicht verbessert; der mittlere systemische Blutdruck war von 57 auf 68 mmHg angestiegen. Die weitere symptomatische medikamentelle Behandlung beinhaltete Sildenafil (Sildenafil-Mepha®, Mepha Pharma AG, Kirschgartenstrasse 14, CH-4010 Basel, 12.5 mg 2 × täglich p.o.), Pimobendan (VetmedinR, Boehringer Ingelheim (Schweiz) GmbH,

Online-Videos

Film 1: 2-dimensionale Echokardiographie. Der linke Ventrikel und das linke Atrium sind hochgradig hypovolämisch. Die freie Wand des rechten Ventrikels ist verdickt und der rechte Ventrikel und das rechte Atrium sind zu voluminös; deutliche Hypertrophie kombiniert mit Dilatation impliziert nicht kompensierte Drucküberladung. Über der Trikuspidalklappe schwimmt doppelschieniges Fremdmaterial, typisch für adulte *Dirofilaria immitis* Würmer.



Film 2: Transvenöse Extraktion adulter *Dirofilaria immitis* Würmer mittels modifiziertem Pigtailkatheter. Nach Rotation des Katheters im rechten Ventrikel wird er zusammen mit der Einführschleuse langsam aus der Jugularvenen extrahiert. Am Katheterende sind die lebenden Würmer erkennbar.



Bitte scannen Sie mit
Ihrem Tablet oder
Mobiltelefon nebenstehenden
QR-Code ein
um auf den Online-
Artikel mit den Videos
zu gelangen. In der
PDF-Ausgabe des Ar-
tikels klicken Sie bitte
auf den DOI-Link.

<https://doi.org/10.17236/sat00234>

Minimal invasive
Extraktion von adulten
Dirofilaria immitis bei
einem Hund mit Kaval-
syndrom

T. Glaus et al.

Hochbergstrasse 60B, CH-4002 Basel, 1.25 mg 2 × täglich p.o.), Prednisolon (Prednisolon Streuli^R, Streuli Pharma AG, Bahnhofstrasse 7, CH-8730 Uznach, 5 mg 1x täglich p.o.) und Clopidogrel (Clopidogrel-Mepha^R, Mepha Pharma AG, Basel, 18.75 mg 1 × täglich p.o.). Im weiteren Verlauf verbesserte sich der hämodynamische Zustand langsam aber stetig (Tab. 1). Ein Monat nach manueller Entfernung der Herzwürmer wurde zusätzlich eine routinemässige, von den AHS guidelines⁵ leicht abweichende (keine Doxzyzyklgabe), adultizide Behandlung mit Melarsomin (Immiticide^R, Merial, 29 Avenue Tony Garnier, F-69007 Lyon, 2.5 mg/kg i.m., eine Injektion einen Monat nach Kathetereingriff und zwei Injektionen im Abstand von 24 h nach einem weiteren Monat) ohne erkennbare Nebenwirkungen durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt lag nur noch eine leichtgradige PH vor (TI PG 35 mmHg) und die symptomatische Behandlung mit Sildenafil wurde eingestellt. In Tabelle 1 ist der Verlauf einiger wesentlicher Echoparameter zusammengefasst.

Diskussion

Das Kavalsyndrom ist eine schwerwiegende Manifestation einer Dirofilariose. Neben der pulmonären Hypertonie sind zusätzlich die Wurmknäuel an der Trikuspidalklappe für das Herzversagen verantwortlich.⁷ Deshalb kann trotz anhaltender PH der hämodynamische Zustand durch die manuelle Extraktion der Herzwürmer schnell verbessert werden, wie das auch beim hier beschriebenen Hund der Fall war. Nach der Erstbeschreibung der operativen Entfernung von Dirofilarien aus den Hohlvenen mittels starrer Alligatorzange durch Jackson et al.¹³, entwickelte Ishihara eine flexible Alligatorzange, die aber nicht käuflich ist.¹⁴ Seither wurden verschiedene Methoden mit oft selbstgebasteltem Werkzeug beschrieben.^{10,15,16,17,18,19} In aller Regel wird der Eingriff unter Fluoroskopie durchgeführt, teils kombiniert unter fluoroskopischer und transösophagealer echokardiographischer Kontrolle, teils rein unter transthorakaler Echokardiographie.^{20,21,22} Auf youtube sind zudem verschiedene Kurzfilme zu sehen.^{22,23}

Bei unserem Hund war der Lungenhochdruck nach dem Eingriff nur marginal vermindert. Dies war zu befürchten, weil die PH bei einer chronischen Herzwurminfektion nicht durch die ins Herz gewanderten Würmer, sondern durch Veränderungen in kleineren Lungenarterien entsteht, einerseits durch thromboembolische Gefässverschlüsse, andererseits durch Umbauvorgänge in den Arterienwänden.^{3,6} Der Verlauf ist vergleichbar

mit jenem nach einer (medikamentellen) Behandlung gegen *A. vasorum*, der bei uns im Gegensatz zu *D. immitis* heute weit verbreitet ist.²⁴ Bei vielen Hunden kann sich die PH nach potentiell transients Verschlimmerung relativ schnell vollständig und anhaltend normalisieren.^{25,26} Bei diesem benignen, schnell reversiblen Verlauf dürften der PH pathophysiologisch hauptsächlich eine hypoxische Vasokonstriktion und thromboembolische Gefässverschlüsse zugrunde liegen. Die hypoxische Vasokonstriktion ist rein funktionell.²⁷ Akute thrombotische Veränderungen sind teils auch ohne antiparasitäre Behandlung und sehr schnell reversibel.^{28,29} Bei anderen Hunden aber bleibt trotz Elimination der Parasiten eine hochgradige PH bestehen, was je nach Fall innert Tagen oder nach Wochen und Monaten zum Tod oder zur Euthanasie führt.³⁰ Bei solchen Hunden können typischerweise histologisch keine Parasiten und keine Entzündung mehr gefunden werden. Stattdessen liegen progressive und irreversible Umbauvorgänge («remodelling») der Lungenarterienwände vor (Gruppe der pulmonären arteriellen Hypertonie, PAH).³¹

Beim Kavalsyndrom durch *D. immitis* kann die manuelle Wurmentfernung mit relativ einfachen Mitteln durchgeführt werden, weil die Würmer in Anbetracht ihrer Grösse a priori eher in grossen Lungenarterien leben und im RV und RA leicht fassbar sind. Demgegenüber ist dies bei *A. vasorum* keine plausible Therapieoption; die adulten *A. vasorum* sind nur ca. 2.5 cm lang und leben in aller Regel in mehr peripheren Lungenarterien, sind also kaum mit Instrumenten erreichbar oder fassbar. Bei *A. vasorum* ist somit nur eine medikamentelle Behandlung möglich.

Bei unserem Hund mit *D. immitis* wurde nach der manuellen Wurmextraktion zusätzlich eine zweiphasische Adultizidbehandlung gegen potentiell in peripheren Lungenarterien noch vorhandene *D. immitis* durchgeführt. Dadurch sollte verhindert werden, dass verbleibende *D. immitis* weiterhin Lungenarteritis und sich verselbständigendes, progressives remodelling verursachen.^{3,30} Als Modifikation der Adultizidbehandlung wird in unserem Protokoll Doxzyzyklin weggelassen, um dem umsichtigen Gebrauch von Antibiotika gerecht zu werden.

Zusammenfassend können bei Dirofilariose mit Kavalsyndrom die Würmer mit recht einfachen Mitteln aus dem rechten Herz minimal invasiv entfernt werden; die zugrundeliegende hochgradige PH ist potentiell komplett reversibel.

Extraction invasive minimale de *Dirofilaria immitis* chez un chien souffrant d'un syndrome cave supérieur

Le syndrome cave supérieur dû à une infestation à *Dirofilaria (D.) immitis* est une situation potentiellement mortelle nécessitant un traitement immédiat. Une hypertension pulmonaire sévère due à la dirofilariose a été diagnostiquée par échocardiographie chez un chien de 3,6 kg présentant une insuffisance cardiaque et une anémie hémolytique modérée. Une boule de vers adultes a été visualisée dans la région de la valvule tricuspide. En utilisant un cathéter queue de cochon modifié, ces vers ont été retirés sous guidage fluoroscopique par une approche transveineuse. Déjà durant l'opération, l'état hémodynamique s'est amélioré. Par la suite, un traitement adulticide de routine supplémentaire a été réalisé sans complications. Au cours des semaines suivantes, l'hypertension artérielle pulmonaire sévère s'est normalisée lentement mais régulièrement. L'extraction manuelle de *D. immitis* adultes peut être réalisée avec des outils relativement simples et permet la stabilisation rapide d'un patient gravement atteint.

Mots-clés: insuffisance cardiaque, chien, cathéter, queue de cochon, hypertension pulmonaire

Estrazione minimamente invasiva di *Dirofilaria immitis* adulte in un cane con sindrome della vena cava

La sindrome della vena cava dovuta ad un'infezione da *Dirofilaria (D.) immitis* rappresenta una situazione pericolosa del sistema circolatorio che necessita di un rapido intervento terapeutico. Ad un cane di 3,6 kg di peso affetto da insufficienza cardiaca e da una moderata anemia emolitica è stata diagnosticata via ecocardiogramma una grave ipertensione polmonare dovuta a dirofilariosi. Una pallottola di vermi adulti era presente nell'area della valvola tricuspide. Si sono potuti rimuovere questi vermi con un approccio transvenoso per fluoroscopia utilizzando un catetere pigtail modificato. Già durante l'operazione, la condizione emodinamica era migliorata. Il successivo trattamento aggiuntivo, adulticida e di routine è avvenuto senza complicazioni. Nelle settimane successive si è osservata una graduale normalizzazione del pH. La rimozione manuale di *D. immitis* adulti è fattibile con mezzi relativamente semplici e permette una rapida stabilizzazione di un paziente malato in stato critico.

Parole chiave: insufficienza cardiaca, cane, catetere, pigtail, ipertensione polmonare

Minimal invasive
Extraktion von adulten
Dirofilaria immitis bei
einem Hund mit Kaval-
syndrom

T. Glaus et al.

Literaturverzeichnis

- ¹ Bucklar H, Scheu U, Mossi R, Deplazes P: Breitet sich in der Südschweiz die Dirofilariose beim Hund aus? Schweiz. Arch. Tierheilkd. 1998, 140: 255-260.
- ² Maxwell E, Ryan K, Reynolds C, Pariaut R: Outcome of a heartworm treatment protocol in dogs presenting to Louisiana State University from 2008 to 2011: 50 cases. Vet. Parasitol. 2014, 206: 71-77.
- ³ Schaub RG, Keith JC Jr, Simmons CA, Rawlings CA: Smooth muscle proliferation in chronically injured canine pulmonary arteries is reduced by a potent platelet aggregation inhibitor U-53,059. Thromb. Haemost. 1985, 53: 351-355.
- ⁴ Case JL, Tanner PA, Keister DM, Meo NJ: A clinical field trial of melarsomine dihydrochloride (RM340) in dogs with severe (class 3) heartworm disease, Proceedings, Heartworm Symposium '95, American Heartworm Society, Batavia, 1995, 243-250.
- ⁵ The AHS guidelines: 2018 updates. <https://www.heartwormsociety.org/veterinary-resources/veterinary-education/ahs-board-speaks-out/510-the-ahs-guidelines-2018-updates> (accessed 12. 04. 2019).
- ⁶ Atkins CE, Keene BW, McGuirk SM: Investigation of caval syndrome in dogs experimentally infected with *Dirofilaria immitis*. J. Vet. Intern. Med. 1988, 2: 36-40.
- ⁷ Strickland KN. Canine and feline caval syndrome: Clin. Tech. Small. Anim. Pract. 1998, 13: 88-95.
- ⁸ Badertscher RR 2nd, Losonsky JM, Paul AJ, Kneller SK: Two-dimensional echocardiography for diagnosis of dirofilariasis in nine dogs. J. Am. Vet. Med. Assoc. 1988, 193: 843-846.
- ⁹ Atkins CE, Keene BW, McGuirk SM: Pathophysiologic mechanism of cardiac dysfunction in experimentally induced heartworm caval syndrome in dogs: an echocardiographic study. Am. J. Vet. Res. 1988, 49: 403-410.
- ¹⁰ Glaus TM, Jacobs GJ, Rawlings CA, Watson ED, Calvert CA: Surgical removal of heartworms from a cat with caval syndrome. J. Am. Vet. Med. Assoc. 1995, 206: 663-666.
- ¹¹ Morini S, Venco L, Fagioli P, Genchi C: Surgical removal of heartworms versus melarsomine treatment of naturally-infected dogs with high risk of thromboembolism, Proceedings, Recent Advances in Heartworm Disease, Symposium American Heartworm Society, 1998, 235-240.
- ¹² Parasuraman S, Walker S, Loudon BL, Gollop ND, Wilson AM, Lowery C, Frenneaux MP: Assessment of pulmonary artery pressure by echocardiography-A comprehensive review. Int. J. Cardiol. Heart. Vasc. 2016, 12: 45-51.
- ¹³ Jackson RF, Seymour WG, Grownay PJ, Otto GF: Surgical treatment of the caval syndrome of canine heartworm disease. J. Am. Vet. Med. Assoc. 1977, 171: 1065-1069.
- ¹⁴ Ishihara K, Kitagawa H, Sasaki Y: Efficacy of heartworm removal with alligator forceps. J. Vet. Sci. 1988, 50: 739-745.

Minimal invasive
Extraktion von adulten
Dirofilaria immitis bei
einem Hund mit Kaval-
syndrom

T. Glaus et al.

- ¹⁵ Small MT, Atkins CE, Gordon SG, Birkenheuer AJ, Booth-Sayer MA, Keene BW, Fujii Y, Miller MW: Use of a nitinol gooseneck snare catheter for removal of adult *Dirofilaria immitis* in two cats. J. Am. Vet. Med. Assoc. 2008, 233: 1441-1445.
- ¹⁶ Lee SG, Moon HS, Hyun C: Percutaneous heartworm removal from dogs with severe heart worm (*Dirofilaria immitis*) infestation: Vet. Sci. 2008, 9: 197-202.
- ¹⁷ Yoon WK, Han D, Hyun C: Catheter-guided percutaneous heartworm removal using a nitinol basket in dogs with caval syndrome: J. Vet. Sci. 2011, 12: 199-201.
- ¹⁸ Yoon WK, Choi R, Lee SG, Hyun C: Comparison of 2 retrieval devices for heartworm removal in 52 dogs with heavy worm burden. J. Vet. Intern. Med. 2013, 27: 469-473.
- ¹⁹ Alho AM, Fiarresga A, Landum M, Lima C, Gamboa Ó, Meireles J, Sales Luís J, Madeira de Carvalho L: A Home-made Snare: An alternative method for mechanical removal of *Dirofilaria immitis* in dogs. Vet. Med. Int. 2016, 2016: 1-6.
- ²⁰ Arita N, Yamane I, Takemura N: Comparison of canine heartworm removal rates using flexible alligator forceps guided by transesophageal echocardiography and fluoroscopy. J. Vet. Med. Sci. 2003, 65: 259-261.
- ²¹ Cavaliere L, Romito G, Domenech O, Venco L: Heartworm Removal Guided by Transesophageal Echocardiography in a Dog with Naturally Acquired Caval Syndrome. J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 2017, 53: 96-100.
- ²² Extraction of the heartworm guided by transthoracic echocardiography in dogs. 2017.
<https://www.youtube.com/watch?v=RFtdxB4nu5l>
- ²³ Heartworm extraction surgery, caval syndrome. 2018.
<https://www.youtube.com/watch?v=VXkH6QPCq2c>
- ²⁴ Lurati L, Deplazes P, Hegglin D, Schnyder M: Seroepidemiological survey and spatial analysis of the occurrence of *Angiostrongylus vasorum* in Swiss dogs in relation to biogeographic aspects. Vet. Parasitol. 2015, 212: 219-226.
- ²⁵ Estèves I, Tessier D, Dandrieux J, Polack B, Carlos C, Boulanger V, Muller C, Pouchelon JL, Chetboul V: Reversible pulmonary hypertension presenting simultaneously with an atrial septal defect and angiostrongylosis in a dog. J. Small. Anim. Pract. 2004, 45: 206-209.
- ²⁶ Glaus T, Schnyder M, Dennler M, Tschuor F, Wenger M, Sieber-Ruckstuhl N: Natürliche Infektion mit *Angiostrongylus vasorum*: Charakterisierung von 3 Hunden mit pulmonärer Hypertonie. Schweiz Arch Tierheilkd. 2010, 152: 331-338.
- ²⁷ Glaus TM, Hässig M, Baumgartner C, Reusch CE: Pulmonary hypertension induced in dogs by hypoxia at different high-altitude levels. Vet. Res. Commun. 2003, 27: 661-670.
- ²⁸ Prestwood A.K., Greene C.E., Mahaffey E.A., Burgess D.E.: Experimental canine angiostrongylosis: Pathologic manifestations. J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 1981, 17: 491 – 497.
- ²⁹ Moser K. M., Cantor J. P., Olman M., Villespin I., Graif J. L., Konopka R., Marsh J. J., Pedersen C.: Chronic pulmonary thromboembolism in dogs treated with tranexamic acid. Circulation. 1991, 83: 1371–1379.
- ³⁰ Matos J. N., Malbon A., Dennler M., Glaus T.: Intrapulmonary arteriovenous anastomoses in dogs with severe *Angiostrongylus vasorum* infection: clinical, radiographic, and echocardiographic evaluation. J. Vet. Cardiol. 2016, 18: 110–124.

- ³¹ Glaus TM: Pulmonary hypertension and *Angiostrongylus vasorum*, Proceedings, 23rd ECVIM-CA congress Liverpool, Great Britain, 2013.

Korrespondenz

Tony Glaus
Abteilung für Kardiologie
Klinik für Kleintiermedizin
Vetsuisse Fakultät Universität Zürich
Winterthurerstrasse 260
CH-8057 Zürich
Telephon: 0041 44 6358111
E-Mail: tglaus@vetclinics.uzh.ch